

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-277733

(43)Date of publication of application : 06.10.2000

(51)Int.Cl.

H01L 29/78

(21)Application number : 11-084537

(71)Applicant : SANKEN ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 26.03.1999

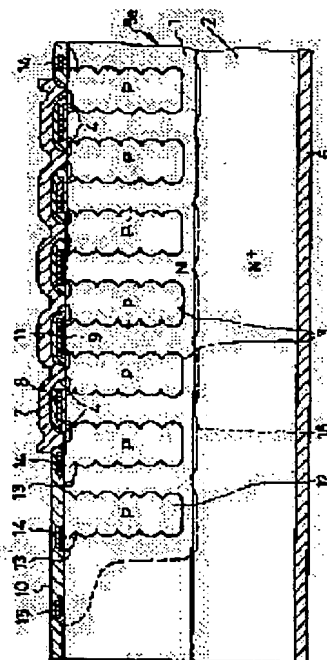
(72)Inventor : HANAOKA MASAYUKI

(54) INSULATED-GATE FIELD-EFFECT TRANSISTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To spread depletion layers to the peripheral sides of FET elements excellently, and to increase the breakdown voltage in the peripheries of the elements, by forming breakdown voltage increasing regions of the same depth as the base regions on the peripheral sides of the base regions, and forming auxiliary regions shallower than the breakdown voltage increasing regions.

SOLUTION: Since each base region 3 is formed into the shape of a pillar in a drift region 1, and the specific resistance of the drift region 1 is set to a relatively small value, the resistance of a current path of the drift region 1 is reduced, and reduction of operating resistance is achieved at a high level. Besides, concerning the breakdown voltage of each element forming region, a sufficiently high breakdown voltage is obtained, since the intervals between base regions 3 are filled with depletion layers 16. Besides, concerning the breakdown voltage on the peripheral side of each element, a sufficiently high breakdown voltage is obtained, since a depletion layer 16 can be spread smoothly so as to lighten field concentration to the peripheral side of the element excellently by a breakdown voltage increasing region 12 and an auxiliary region 13.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3221489

[Date of registration] 17.08.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The semi-conductor base which has a drain field, a drift region, two or more base regions, two or more source fields, and two or more fields for the improvement in a proof pressure. It has gate dielectric film, a drain electrode, a source electrode, and a gate electrode. Said drift region is arranged so that it may have the part which has high impurity concentration lower than the high impurity concentration of said drain field, and is exposed to one principal plane of said semi-conductor base. Said drain field is arranged between said drift regions and principal planes of another side of said semi-conductor base. Each of two or more of said base regions was distributed by island shape in said drift region, and is prolonged in the shape of a column toward the principal plane of another side from one principal plane of said semi-conductor base. Each of two or more of said emitter regions is arranged in said two or more base regions at island shape. Said two or more fields for the improvement in a proof pressure have the same conductivity type as said base region. The insulated gate field effect transistor characterized by having been formed into said drift region at island shape, and having been superficially, and having been distributed by the outside of said base region like said base region, and having extended in the shape of a column toward the principal plane of another side from one principal plane of said semi-conductor base.

[Claim 2] Furthermore, it is the insulated gate field effect transistor according to claim 1 characterized by being formed more shallowly [it is arranged and] than said field for the improvement in a proof pressure so that it may have an auxiliary field for assisting the breadth of the depletion layer near said field for the improvement in a proof pressure, and this auxiliary field may have the same conductivity type as said field for the improvement in a proof pressure and it may expose to the front face of said semi-conductor base.

[Claim 3] Said field for the improvement in a proof pressure is an insulated gate field effect transistor according to claim 1 or 2 which has the almost same depth as said base region, and is formed in said base region and coincidence.

[Claim 4] Furthermore, an insulated gate field effect transistor claim 1 characterized by having both a field plate, and equipotential both [either or] so that it may see superficially and said base region may be surrounded, 2, or given in three.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the insulated gate field effect transistor which can attain high pressure-proofing-ization.

[0002]

[Description of the Prior Art] It is well-known to constitute an insulated gate field effect transistor (for it to be called Following FET), as both reduction-izing of dynamic resistance and high pressure-proofing-ization are shown in drawing 1 for the purpose of attaining excellently. This FET is the N type drift region 1 and N+. It has the silicon semi-conductor base 5 which consists of the mold drain field 2, two or more P type base regions 3, and two or more source fields 4, the drain electrode 6, the source electrode 7, the gate electrode 8, gate dielectric film 9, the circumference protection insulator layer 10, and the interlayer insulation film 11. The base region 3 which can be called the body field of this FET or a channel formation field has a unique configuration, is deeply formed in the thickness direction of a drift region 1 in the shape of a column, and has attained that base to near the interface of a drift region 1 and the drain field 2. If two or more base regions 3 are formed in the shape of a column, when high reverse voltage is impressed to the PN junction between a base region 3 and a drift region 1, the mutual drift region 1 of two or more base regions 3 will be filled by the depletion layer, and pressure-proofing will improve. Moreover, in the case of the structure of drawing 1, even if it makes specific resistance of a drift region 1 small and attains reduction-ization of dynamic resistance, high pressure-proofing can be obtained comparatively. That is, even if it sets the specific resistance of a drift region 1 as conventional conventional $1 / 3 - 1/5$ of specific resistance of a drift region which have a shallow base region, pressure-proofing equivalent to FET of standard structure can be obtained by work of a depletion layer. [of standard structure] [of FET]

[0003]

[The technical problem which invention makes solution *****] By the way, in this conventional kind of FET, the improvement about the improvement in a proof pressure of the periphery veranda of a component is not fully made. For this reason, the actual condition was not able to attain high pressure-proofing-ization, so that it was expected. That is, even if it diffuses a base region 3 deeply in the thickness direction of a drift region 1 as mentioned above and aims at improvement in a proof pressure of a component central site (component active region), if the pressure-proofing by the side of a component periphery does not improve similarly, the improvement pressure-proofing as the whole component is not attained. Then, the invention-in-this-application person tried to form a well-known field limiting ring (FLR) so that the periphery side of the main junction, i.e., a component active region, may be surrounded, and to aim at improvement in a proof pressure by the side of a component periphery. However, since the specific resistance of a drift region 1 was quite small compared with usual FET in FET of the above-mentioned structure, improvement in a proof pressure was not able to be aimed at with the conventional FLR structure.

[0004] Then, the purpose of this invention is to offer the insulated gate field effect transistor which can attain both reduction, and both [either or] in a proof pressure of dynamic resistance easily and good.

[0005]

[Means for Solving the Problem] This invention for solving the above-mentioned technical problem and attaining the above-mentioned purpose The semi-conductor base which has a drain field, a drift region, two or more base regions, two or more source fields, and two or more fields for the improvement in a proof pressure, It has gate dielectric film, a drain electrode, a source electrode, and a gate electrode. Said drift region is arranged so that it may have the part which has high impurity concentration lower than the high impurity concentration of said drain field, and is exposed to one principal plane of said semi-conductor base. Said drain field is arranged between said drift regions and principal planes of another side of said semi-conductor base. Each of two or more of said base regions was distributed by island shape in said drift region, and is prolonged in the shape of a column toward the principal plane of another side from one principal plane of said semi-conductor base. Each of two or more of said emitter regions is arranged in said two or more base regions at island shape. Said two or more fields for the improvement in a proof pressure have the same conductivity type as said base region. It is a thing concerning the insulated gate field effect transistor characterized by having been formed into said drift region at island shape, and having seen superficially, and having been distributed by the outside of said base region like said base region, and having extended in the shape of a column toward the principal plane of another side from one principal plane of said semi-conductor base. It is.

[0006] In addition, as shown in claim 2, it is desirable to prepare the auxiliary field for helping the breadth of the

depletion layer near the field for the improvement in a proof pressure. This auxiliary field is formed in annular or island shape. Moreover, as shown in claim 3, it is desirable to form the field for the improvement in a proof pressure in the same depth as a base region. Moreover, as shown in claim 4, it is desirable to form a field plate or an equipotential ring (EQR).

[0007]

[Effect of the Invention] According to invention of each claim, circumference pressure-proofing of an FET component can be raised easily and good. That is, although the change width of face of the depletion layer by the side of the periphery of a base region will also become large if a base region is deeply formed in the shape of a column, by preparing the field for the improvement in a proof pressure, change of a depletion layer can be made slow and component circumference pressure-proofing improves good. Moreover, according to invention of claim 2, a depletion layer spreads much more good with the help of an auxiliary field. Moreover, a production process will be simplified, if the field for the improvement in a proof pressure is formed in a base region and coincidence as shown in claim 3. Moreover, if both a field plate, and equipotential both [either or] (EQR) are prepared as shown in claim 4, the breadth of a depletion layer will become still better.

[0008]

[An operation gestalt and an example] Next, with reference to drawing 2 - drawing 7 , the operation gestalt and example of this invention are explained.

[0009]

[The 1st example] The insulated gate field effect transistor (FET) of the 1st example shown in drawing 2 and drawing 3 Have the N type (1st conductivity type) drift region 1, N+ mold drain field 2, the P type (2nd conductivity type) base region 3, the N type source field 4, the drain electrode 6, the source electrode 7, the gate electrode 8, gate dielectric film 9, the circumference protection insulator layer 10, and an interlayer insulation film 11 like conventional FET of drawing 1 , and also The field 12 for the improvement in a P type proof pressure of the shape of a column established into silicon semi-conductor base 5a, and the auxiliary field 13 of P type, It has the field plate 14 prepared into the circumference insulator layer 10, and the equipotential ring 15, i.e., EQR, and is formed in the upper and lower sides and bilateral symmetry focusing on the A-A line and B-B line of drawing 2 .

[0010] A drift region 1 is an N-type semiconductor field, and is N+. It has high impurity concentration lower than the mold drain field 2. In addition, since a drift region 1 has the same conductivity type as the drain field 2, it can also call this a drain field. The drift region 1 consisted of what carried out epitaxial growth of the N-type semiconductor to the multilayer on the drain field 2, and the part has exposed it to one principal plane of semi-conductor base 5a. The high impurity concentration of this drift region 1 is higher than the high impurity concentration of the drift region of conventional FET of the shallow base region which does not form the pillar-shaped base region 3. Therefore, the resistivity of a drift region 1 is conventional conventional $1 / 5 - 1/3$ of resistivity. [of FET] [of a drift region]

[0011] N+ The mold drain field 2 is arranged between the drift region 1 and the principal plane of another side of semi-conductor base 5a. In addition, the interface of the drain field 2 and a drift region 1 is parallel to the principal plane of another side of plate-like semi-conductor base 5a. The drain electrode 6 consists for example, of a vacuum-plating-of-aluminium layer, and is connected to the drain field 2 in the principal plane of another side of semi-conductor base 5a.

[0012] A base region 3 can also be called a body field or a channel formation field, and is formed in the shape of a column toward the inferior surface of tongue from the top face in the drift region 1. The top face of a base region 3 is exposed to the top face of semi-conductor base 5a, and the inferior surface of tongue of a base region 3 is arranged so that it may estrange a little from the drain field 2. Thus, it is thought by arranging so that it may estrange a little that electric-field concentration with the base region 3 down side can be eased. As shown in drawing 2 , a base region 3 is seen superficially, and is formed in semi-conductor base 5a at island shape, and is distributed by homogeneity, and each base region 3 has a square-like flat-surface configuration. In addition, the flat-surface configuration of a base region 3 is not restricted to a square, but even if it is circular, it is good. This base region 3 repeats and forms a well-known epitaxial growth technique and a well-known diffusion technique. That is, the N-type semiconductor field of closing in is formed with epitaxial growth on the drain field 2, and a P-type semiconductor field is formed in this N-type semiconductor field with a diffusion technique. This P-type semiconductor field constitutes a part of base region, and the N-type semiconductor field of a part in which a P-type semiconductor field is not formed constitutes a part of drift region 1. A P-type semiconductor field is formed by diffusion so that the P-type semiconductor field which formed the P-type semiconductor field, formed the N-type semiconductor field of closing in in the top face of the P-type semiconductor field of cod roe and an N-type semiconductor field with epitaxial growth, and formed it in it previously again may be followed. By repeating this process multiple times (for example, 6 times), column-like a base region 3 and a drift region 1 are formed.

[0013] The N type source field 4 was formed into each base region 3 at island shape, and is exposed to one principal plane of semi-conductor base 5a. Into 16 base regions 3 arranged inside in many base regions 3, a square 4, i.e., an annular source field, is formed, the U-shaped source field 4 is formed into eight base regions 3 on the outside side, and the L character-like source field 4 is formed in eight base regions 3 of an angle. The amount of [between the source fields 4 and drift regions 1 in a base region 3] surface flank becomes a channel formation part.

[0014] The source electrode 7 is the vacuum evaporation layer of aluminum, it connects with both each source field 4 and each base region 3, and it is prepared also on the interlayer insulation film 11 so that common connection of two or more source fields 4 may be made.

[0015] Gate dielectric film 9 consists of the silicon oxide formed so that the channel formation part in a base region 3 mentioned above might be covered at least.

[0016] The gate electrode 8 consists of the polycrystalline silicon formed by well-known chemical vapor deposition, and is formed on gate dielectric film 9. This gate electrode 8 is connected to the metal gate terminal which sees superficially, is formed in the shape of a grid, and is not illustrated.

[0017] Many (this example 64 pieces) fields 12 for the improvement in a proof pressure prepared according to this invention are distributed so that it may conclude superficially that it is clear from drawing 2 and a base region 3 may be surrounded. This field 12 for the improvement in a proof pressure is formed in a base region 3 and coincidence, consists of the P type diffusion field which has the same high impurity concentration as a base region 3, and it has the same flat-surface configuration as a base region 3, and the same cross-section configuration, and it is distributed by homogeneity like the base region 3. That is, the field 12 for the improvement in a proof pressure was formed into the drift region 1 at island shape, and has extended in the shape of a column toward the principal plane of another side from one principal plane of semi-conductor base 5a. The tip of this field 12 for the improvement in a proof pressure is N+. It is located near the mold drain field 2. In addition, mutual spacing of two or more fields 12 for the improvement in a proof pressure is the same as mutual spacing of a base region 3.

[0018] The P type auxiliary field 13 which attaches and shows **** in drawing 2 has the same conductivity type as the field 12 for the improvement in a proof pressure, and the same high impurity concentration, and it is annularly formed so that from drawing 2 and the field 12 for the improvement in a proof pressure and a base region 3 may be surrounded. The auxiliary field 13 diffuses a P type impurity in the epitaxial layer of the last of the epitaxial growth of multiple times, and is formed in the maximum upper layer and coincidence of the field 12 for the improvement in a proof pressure, and a base region 3. For this reason, the depth of the auxiliary field 13 is sharply set up shallowly like one sixth (preferably $1/10 - 1/2$) of the depth of the field 12 for the improvement in a proof pressure. In this example, one of the auxiliary fields 13 contacts the periphery side of the field 12 for the improvement in a proof pressure, and one [another] touches the periphery side of the base region 2 by the side of the outermost periphery.

[0019] The field plate 14 is the vacuum evaporatio layer of aluminum, and it is annularly formed so that the auxiliary field 13 may be countered through an insulator layer 10. That is, the flat-surface configuration of the field plate 14 is almost the same as that of the auxiliary field 13 shown in drawing 2. In the example of drawing 3, the field plate 14 is not electrically connected to the auxiliary field 13, the field 12 for the improvement in a proof pressure, and base region 3 of P type. Moreover, two annular field plates 14 of each other are separated.

[0020] EQR15 is a conductor layer which consists of the vacuum evaporatio layer of aluminum, and is annularly arranged rather than the auxiliary field 13 at the periphery side. This EQR15 has countered the top face of semi-conductor base 5a through the lower layer of an insulator layer 10, and is not electrically connected to semi-conductor base 5a. In addition, EQR15 also has the function of the channel stopper which it has the function to attain stabilization of the charge of the front face of an insulator layer 10, and also prevents the breadth to the periphery of a depletion layer.

[0021] According to this example, improvement in the proof pressure by the side of the FET component circumference (circumference proof pressure) is achieved, and high pressure-proofing-ization is attained excellently. Moreover, in spite of having formed high pressure-proofing, dynamic resistance (on resistance) can be kept small. That is, since a base region 3 is formed in the shape of a column in a drift region 1 and the specific resistance of a drift region 1 is set up small relatively, resistance of the current path of a drift region 1 can be made small, and reduction-ization of dynamic resistance is attained excellently. Moreover, about pressure-proofing of a component formation field (active region), since it is buried by the depletion layer 16 as between base regions 3 shows drawing 3 typically by the dotted line, sufficiently high pressure-proofing can be obtained. Moreover, about the pressure-proofing by the side of the component circumference, since a depletion layer 16 can be smoothly extended so that electric-field concentration may be eased good to a component periphery side like illustration by the field 12 for the improvement in a proof pressure, and the auxiliary field 13, pressure-proofing high enough can be obtained like a component central site.

[0022] In the condition that the electrical potential difference which forms a channel between the gate electrode 8 and the source electrode 7 is not impressed if it explains in more detail about a spread of a depletion layer 16, if an electrical potential difference with the high sense which carries out the reverse bias of the PN junction between a drift region 1 and a base region 3 is impressed between the drain electrode 6 and the source electrode 7, a depletion layer will spread in the drift region 1 where high impurity concentration is lower than a base region 3. Since many base regions 3 are arranged in the shape of a column, the mutual drift region 1 of a base region 3 is buried with a depletion layer 16. A depletion layer 16 spreads not only in between base regions 3 but in between a base region 3 and the field 12 for the improvement in a proof pressure formed similarly and between this and the base region 3. Although a depletion layer 16 cannot fully be extended only by the field 12 for the improvement in a proof pressure to the periphery side of a base region 3, if the auxiliary field 13 is formed, a depletion layer 16 will spread good by this assistance on the outside of between the fields 12 for the improvement in a proof pressure, between base regions 3, and the field 12 for the improvement in a proof pressure. Moreover, since the auxiliary field 13 is formed more shallowly than the field 12 for the improvement in a proof pressure and is arranged at the periphery side, change of the depletion layer 16 by the side of a periphery becomes slow, and the improvement in a proof pressure is attained good.

[0023] In this example, since the field 12 for the improvement in a proof pressure, and the field plate 14 and EQR15

other than this auxiliary field 13 are prepared, a depletion layer 16 spreads still more stably and good. Moreover, it is prevented by work of EQR15 that a depletion layer 16 spreads to the side face of semi-conductor base 5a, and it can attain high pressure-proofing-ization stably by it. Moreover, since the field 12 for the improvement in a proof pressure is formed in a base region 3 and coincidence in this example, it is advantageous in respect of productivity.

[0024] [The 2nd example] Next, the insulated gate field effect transistor of the 2nd example shown in drawing 4 is explained. However, in drawing 4 and drawing 5 mentioned later – drawing 7, the same sign is substantially given to the same part with drawing 2 and drawing 3, and the explanation is omitted.

[0025] FET of drawing 4 is constituted identically to the 1st example except for arrangement of P type auxiliary field 13a. Auxiliary field 13a of drawing 4 is estranged to the periphery side corresponding to the auxiliary field 13 of drawing 3 from the field 12 for the improvement in a proof pressure, and the base region 3. In addition, the flat-surface configuration of auxiliary field 13a of drawing 4 is annular like drawing 2, and the depth is the same as that of the auxiliary field 13 of drawing 3. The same effectiveness as the 1st example can be acquired also according to this 2nd example.

[0026]

[The 3rd example] Drawing 5 shows a part of front face of semi-conductor base 5a of FET of the 3rd example. FET of the 3rd example of drawing 5 is constituted identically to the 1st example except for P type auxiliary field 13b which attaches **** and is shown explanatorily. P type auxiliary field 13b of drawing 5 prepared for the same purpose as the auxiliary field 13 of the 1st example consists of many island-shape fields. Auxiliary field 13b has the same depth as the auxiliary field 13 of the 1st example, and the same high impurity concentration, and is distributed between the field 12 for the improvement in a proof pressure, and the base region 3 by the side of the outermost periphery. Drawing 6 R> 6 shows the physical relationship of the field 12 for the improvement in a proof pressure, and auxiliary field 13b. Auxiliary field 13b is arranged so that the core of auxiliary field 13b may be in agreement with the core of the square of a dotted line of from now on connecting the core of four fields 12 for the improvement in a proof pressure so that clearly. Moreover, auxiliary field 13b is arranged so that the minimum distance L of square auxiliary field 13b and four fields 12 for the improvement in a proof pressure may become almost respectively the same. In addition, the relation between a base region 3 and auxiliary field 13b is the same as that of drawing 6.

[0027] By arranging auxiliary field 13b, as shown in drawing 6, a depletion layer can be extended good between the fields 12 for the improvement in a proof pressure, and between the base region 3 by the side of the outermost periphery, and the field 12 for the improvement in a proof pressure, and the improvement in a proof pressure is attained like the 1st example.

[0028]

[Modification(s)] This invention is not limited to an above-mentioned example, and the next deformation is possible for it.

- (1) The field plate 14 is electrically connectable with the auxiliary field 13 or the field 12 for the improvement in a proof pressure, as shown in drawing 7. Thus, connection raises the equipotential nature of the auxiliary field 13 or the field 12 for the improvement in a proof pressure.
- (2) As shown in drawing 7 R> 7, a level difference can be prepared in the insulator layer 10 of field plate 14 part, and a periphery side can be thickened. More nearly thereby, in a periphery side, the effectiveness of a field plate falls and the change by the side of the periphery of a depletion layer becomes smooth. Moreover, the field plate 14 can be made to extend in a periphery side rather than the auxiliary field 13 or the field 12 for the improvement in a proof pressure, as shown in drawing 7.
- (3) As shown in drawing 7, it is N+ to the periphery edge of semi-conductor base 5a. Mold semiconductor region 1a can be formed and EQR15 can be connected here electrically. Thereby, it is the breadth of a depletion layer N+ It can protect certainly by mold semiconductor region 1a.
- (4) N+ A P type field can be arranged in the mold drain field 2, and it can be made universal contact structure.
- (5) Although the example showed the example by which the base region 3 and the field 12 for the improvement in a proof pressure located the core in the top-most vertices of the virtual square to which these cores are connected, and have been arranged, a base region 3 and the field 12 for the improvement in a proof pressure locate the core in the top-most vertices of the virtual triangle and rhombus which connect these cores, and may arrange.
- (6) The high impurity concentration of the surface exposure parts of a base region 3, the field 12 for the improvement in a proof pressure, and the auxiliary field 13 may be set up highly alternatively.
- (7) The die length which begins to be prolonged outside can be set as arbitration according to the level of the pressure-proofing demanded from the improvement field 12 in a proof pressure of the auxiliary field 13.
- (8) In the example, although the field 12 for the improvement in a proof pressure was considered as the same arrangement as a base region 3, in order to heighten an electric-field relaxation effect, the field 12 for the improvement in a proof pressure can also be precisely arranged compared with a base region 2. Moreover, only the field 12 for the improvement in a proof pressure of the most inner circumference which comes out of all arrangement of the field 12 for the improvement in a proof pressure, and does not make it the same, for example, surrounds a base region 2 can also be precisely arranged compared with other fields 12 for the improvement in a proof pressure.
- (9) It can also consider as the structure where the auxiliary field 13 is not established in the outside of the field 12 for the improvement in a proof pressure of the outermost periphery. Moreover, two or more auxiliary fields 13 can also be established in the outside of the field 12 for the improvement in a proof pressure.

(10) A base region 3 and the field 12 for the improvement in a proof pressure can also be made into the substantial straight configuration which does not have a wen on the side face.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing conventional FET.

[Drawing 2] It is the top view showing the front face of the semi-conductor base of FET of the 1st example.

[Drawing 3] It is the sectional view showing a part of FET of the 1st example by the A-A line of drawing 2.

[Drawing 4] It is the sectional view showing a part of FET of the 2nd example with drawing 3 similarly.

[Drawing 5] It is the top view showing a part of front face of the semi-conductor base of FET of the 3rd example.

[Drawing 6] It is the top view expanding and showing a part of drawing 5.

[Drawing 7] It is the sectional view showing a part of FET of a modification.

[Description of Notations]

- 1 Drift Region
- 2 Drain Field
- 3 Base Region
- 4 Source Field
- 5a Semi-conductor base
- 12 Field for Improvement in Proof Pressure
- 13 Auxiliary Field
- 14 Field Plate
- 15 EQR

[Translation done.]

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-277733
(P2000-277733A)

(43)公開日 平成12年10月6日(2000.10.6)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコート* (参考)

H O 1 L 29/78

H O 1 L 29/78

6 5 2 C

6 5 2 P

6 5 2 S

6 5 2 N

審査請求 有 請求項の数2 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平11-84537

(22) 出願日 平成11年 3 月26日(1999. 3. 26)

(71)出願人 000106276

サンケン電気株式会社

埼玉県新座市北野3丁目6番3号

(72)発明者 花岡 正行

埼玉県新座市北野三丁目6番3号 サンケ
ン電気株式会社内

(74) 代理人 100072154

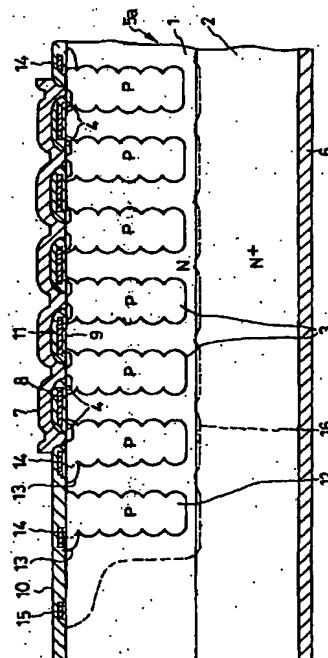
弁理士 高野 則次

(54) 【発明の名称】 絶縁ゲート型電界効果トランジスタ

(57)【要約】

【課題】 絶縁ゲート型電界効果トランジスタの高耐圧化が困難であった。

【解決手段】 多数のP型柱状ベース領域3をN型ドリフト領域1に設けると共に、柱状ベース領域3の外側に柱状のP型耐圧向上用領域12を設ける。耐圧向上用領域12よりも浅いP型の補助領域13を設ける。空乏層16をベース領域3の外周側に良好に形成して耐圧を高める。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ドレイン領域とドリフト領域と複数のベース領域と複数のソース領域と複数の耐圧向上用領域とを有する半導体基体と、ゲート絶縁膜と、ドレイン電極と、ソース電極と、ゲート電極とを備え、

前記ドリフト領域は前記ドレイン領域の不純物濃度よりも低い不純物濃度を有し且つ前記半導体基体の一方の主面に露出する部分を有するように配置され、

前記ドレイン領域は前記ドリフト領域と前記半導体基体の他方の主面との間に配置され、

前記複数のベース領域のそれぞれは前記ドリフト領域の中に島状に分散配置され且つ前記半導体基体の一方の主面から他方の主面に向かって柱状に延びており、

前記複数のエミッタ領域のそれぞれは前記複数のベース領域の中に島状に配置され、

前記複数の耐圧向上用領域は前記ベース領域と同一の導電型を有して前記ドリフト領域の中に島状に形成され且つ平面的に見て前記ベース領域の外側に前記ベース領域と同様に分散配置され且つ前記半導体基体の一方の主面から他方の主面に向かって柱状に延びていることを特徴とする絶縁ゲート型電界効果トランジスタ。

【請求項 2】 更に、前記耐圧向上用領域の近傍の空乏層の広がり補助するための補助領域を有し、この補助領域は前記耐圧向上用領域と同一の導電型を有し且つ前記半導体基体の表面に露出するように配置され且つ前記耐圧向上用領域よりも浅く形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の絶縁ゲート型電界効果トランジスタ。

【請求項 3】 前記耐圧向上用領域は前記ベース領域とほぼ同じ深さを有し、前記ベース領域と同時に形成されたものである請求項 1 又は 2 記載の絶縁ゲート型電界効果トランジスタ。

【請求項 4】 更に、平面的に見て前記ベース領域を囲むようにフィールドプレートと等電位リングとのいずれか一方又は両方を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 又は 3 記載の絶縁ゲート型電界効果トランジスタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高耐圧化を達成することができる絶縁ゲート型電界効果トランジスタに関する。

【0002】

【従来の技術】動作抵抗の低減化と高耐圧化の両方を高水準に達成することを目的として絶縁ゲート型電界効果トランジスタ（以下 FET と言う）を図 1 に示すように構成することは公知である。この FET は、N 型ドリフト領域 1 と N⁺ 型ドレイン領域 2 と複数の P 型ベース領域 3 と複数のソース領域 4 とから成るシリコン半導体基体 5 と、ドレイン電極 6 と、ソース電極 7 と、ゲート電極 8 と、ゲート絶縁膜 9 と、周辺保護絶縁膜 10 と、層

間絶縁膜 11 とを備えている。この FET のボディ領域又はチャネル形成領域と呼ぶことのできるベース領域 3 は特異な形状を有し、ドリフト領域 1 の厚み方向に深く柱状に形成されており、その底面はドリフト領域 1 とドレイン領域 2 との界面近くまで達している。複数のベース領域 3 を柱状に形成すると、ベース領域 3 とドリフト領域 1 との間の PN 接合に高い逆方向電圧が印加された時に複数のベース領域 3 の相互間のドリフト領域 1 が空乏層によって埋められ、耐圧が向上する。また、図 1 の構造の場合、ドリフト領域 1 の比抵抗を小さくして動作抵抗の低減化を図っても比較的高耐圧を得ることができる。即ち、ドリフト領域 1 の比抵抗を、浅いベース領域を有する従来の標準的な構造の FET のドリフト領域の比抵抗の 1/3 ～ 1/5 に設定しても、空乏層の働きで標準的な構造の FET と同等の耐圧を得ることができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来のこの種の FET では、素子の外周縁側の耐圧向上に関しての改善が十分になされていない。このため、期待されるほど高耐圧化が図れないのが実情であった。即ち、上記のようにベース領域 3 をドリフト領域 1 の厚み方向に深く拡散して素子中央側（素子活性領域）の耐圧向上を図っても、素子周縁側の耐圧も同様に向上しなければ素子全体としての向上耐圧は達成されない。そこで、本願発明者は、主接合即ち素子活性領域の外周側を包囲するように周知のフィールドリミットングリング（FLR）を形成して、素子周縁側の耐圧向上を図ることを試みた。しかしながら、上記構造の FET ではドリフト領域 1 の比抵抗が通常の FET に比べてかなり小さくなっているため、従来の FLR 構造では、耐圧向上を図ることができなかった。

【0004】そこで、本発明の目的は、動作抵抗の低減と耐圧向上とのいずれか一方又は両方を容易且つ良好に達成することができる絶縁ゲート型電界効果トランジスタを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決し、上記目的を達成するための本発明は、ドレイン領域とドリフト領域と複数のベース領域と複数のソース領域と複数の耐圧向上用領域とを有する半導体基体と、ゲート絶縁膜と、ドレイン電極と、ソース電極と、ゲート電極とを備え、前記ドリフト領域は前記ドレイン領域の不純物濃度よりも低い不純物濃度を有し且つ前記半導体基体の一方の主面に露出する部分を有するように配置され、前記ドレイン領域は前記ドリフト領域と前記半導体基体の他方の主面との間に配置され、前記複数のベース領域のそれぞれは前記ドリフト領域の中に島状に分散配置され且つ前記半導体基体の一方の主面から他方の主面に向かって柱状に延びており、前記複数のエミッタ領域のそれぞれは

10

20

30

40

50

前記複数のベース領域の中に島状に配置され、前記複数の耐圧向上用領域は前記ベース領域と同一の導電型を有して前記ドリフト領域の中に島状に形成され且つ平面的に見て前記ベース領域の外側に前記ベース領域と同様に分散配置され且つ前記半導体基体の一方の主面から他方の主面に向かって柱状に延びていることを特徴とする絶縁ゲート型電界効果トランジスタに係わるものである。

【0006】なお、請求項2に示すように、耐圧向上用領域の近傍の空乏層の広がりをおよぼすための補助領域を設けることが望ましい。この補助領域は、例えば環状又は島状に形成する。また、請求項3に示すように、耐圧向上用領域をベース領域と同じ深さに形成することが望ましい。また、請求項4に示すように、フィールドプレート又は等電位リング(EQR)を形成することが望ましい。

【0007】

【発明の効果】各請求項の発明によればFET素子の周辺耐圧を容易且つ良好に向上させることができる。即ち、ベース領域を柱状に深く形成すると、ベース領域の外周側における空乏層の変化幅も大きくなるが、耐圧向上用領域を設けることによって空乏層の変化を緩慢にすることができ、素子周辺耐圧が良好に向上する。また、請求項2の発明によれば、補助領域の助けで空乏層が一層良好に広がる。また、請求項3に示すように耐圧向上用領域をベース領域と同時に形成すると、製造工程が簡略化される。また、請求項4に示すようにフィールドプレートと等電位リング(EQR)とのいずれか一方又は両方を設けると、空乏層の広がりが更に良好になる。

【0008】

【実施形態及び実施例】次に、図2～図7を参照して本発明の実施形態及び実施例を説明する。

【0009】

【第1の実施例】図2及び図3に示す第1の実施例の絶縁ゲート型電界効果トランジスタ(FET)は、図1の従来のFETと同様にN型(第1導電型)ドリフト領域1とN型ドレイン領域2とP型(第2導電型)ベース領域3とN型ソース領域4とドレイン電極6とソース電極7とゲート電極8とゲート絶縁膜9と周辺保護絶縁膜10と層間絶縁膜11とを有する他に、シリコン半導体基体5aの中に設けられた柱状のP型耐圧向上用領域12及びP型の補助領域13と、周辺絶縁膜10の中に設けたフィールドプレート14及び等電位リング即ちEQR15とを有し、図2のA-A線及びB-B線を中心に上下及び左右対称に形成されている。

【0010】ドリフト領域1はN型半導体領域であってN型ドレイン領域2よりも低い不純物濃度を有する。なお、ドリフト領域1はドレイン領域2と同一導電型を有するので、これをドレイン領域と呼ぶこともできる。ドリフト領域1はドレイン領域2の上にN型半導体を多層にエピタキシャル成長させたものから成り、その一部

は半導体基体5aの一方の主面に露出している。このドリフト領域1の不純物濃度は、柱状ベース領域3を形成しない浅いベース領域の従来のFETのドリフト領域の不純物濃度よりは高い。従って、ドリフト領域1の抵抗率は従来のFETのドリフト領域の抵抗率の1/5～1/3である。

【0011】N型ドレイン領域2はドリフト領域1と半導体基体5aの他方の主面との間に配置されている。なお、ドレイン領域2とドリフト領域1との境界面は平板状半導体基体5aの他方の主面に平行である。ドレイン電極6は例えばアルミニウム蒸着層から成り、半導体基体5aの他方の主面においてドレイン領域2に接続されている。

【0012】ベース領域3は、ボディ領域又はチャネル形成領域とも呼ぶことができるものであって、ドリフト領域1内にその上面から下面に向かって柱状に形成されている。ベース領域3の上面は半導体基体5aの上面に露出しており、ベース領域3の下面はドレイン領域2から若干離間するように配置されている。このように若干離間するように配置することによってベース領域3の下側での電界集中を緩和できると考えられる。図2に示すように、ベース領域3は平面的に見て半導体基体5a内に島状に形成され且つ均一に分散配置されており、各々のベース領域3は四角形状の平面形状を有する。なお、ベース領域3の平面形状は四角形に限られず、円形にしてもよい。このベース領域3は、周知のエピタキシャル成長技術と拡散技術とを繰り返して形成する。即ち、ドレイン領域2の上に肉薄のN型半導体領域をエピタキシャル成長によって形成し、このN型半導体領域に拡散技術によってP型半導体領域を形成する。このP型半導体領域はベース領域の一部を構成し、P型半導体領域の形成されていない部分のN型半導体領域はドリフト領域1の一部を構成する。P型半導体領域を形成したらこのP型半導体領域とN型半導体領域の上面に再び肉薄のN型半導体領域をエピタキシャル成長によって形成し、先に形成したP型半導体領域と連続するようにP型半導体領域を拡散によって形成する。この工程を複数回(例えば6回)繰り返すことで、柱状のベース領域3とドリフト領域1が形成される。

【0013】N型ソース領域4は各ベース領域3の中に島状に形成され、半導体基体5aの一方の主面に露出している。多数のベース領域3の中で内側に配置された16個のベース領域3の中には四角形即ち環状のソース領域4が形成され、外側の辺上の8個のベース領域3の中にはコ字状のソース領域4が形成され、角の8個のベース領域3の中にはL字状のソース領域4が形成されている。ベース領域3におけるソース領域4とドリフト領域1との間の表面側部分がチャネル形成部分となる。

【0014】ソース電極7は、例えばアルミニウムの蒸着層であって、各ソース領域4と各ベース領域3との両

導体基体 5 a には電氣的に接続されていない。なお、EQR 15 は、絶縁膜 10 の表面の電荷の安定化を図る機能を有する他に空乏層の外周への広がりを防止するチャンネルストッパの機能も有する。

【００２１】本実施例によれば、ＦＥＴ素子周辺側の耐圧（周辺耐圧）の向上が図られ、高耐圧化が高水準に達成される。また、高耐圧化したにも拘らず動作抵抗（オン抵抗）を小さく保つことができる。即ち、ベース領域３がドリフト領域１内に柱状に形成され、ドリフト領域

10 1の比抵抗が相対的に小さく設定されているため、ドリフト領域1の電流経路の抵抗を小さくでき動作抵抗の低減化が高水準に達成される。また、素子形成領域(活性領域)の耐圧については、ベース領域3の相互間が図3において点線で模式的に示すように空乏層16によって埋められるため、十分高い耐圧を得ることができる。また、素子周辺側の耐圧については、耐圧向上用領域12及び補助領域13によって図示のように素子外周側に電界集中を良好に緩和するように滑らかに空乏層16を広げることができるため、素子中央側と同様に十分に高い

20 耐圧を得ることができる。

【 0 0 2 2 】 空乏層 1 6 の広がりについて更に詳しく説明すると、ゲート電極 8 とソース電極 7 との間にチャンネルを形成する電圧が印加されていない状態において、ドリフト領域 1 とベース領域 3 との間の P N 接合を逆バイアスする向きの高い電圧をドレイン電極 6 とソース電極 7 との間に印加すると、ベース領域 3 よりも不純物濃度の低いドリフト領域 1 に空乏層が広がる。ベース領域 3 は柱状に多数個配置されているのでベース領域 3 の相互間のドリフト領域 1 は空乏層 1 6 で埋まる。空乏層 1 6 はベース領域 3 の相互間のみでなく、ベース領域 3 と同様に形成された耐圧向上用領域 1 2 の相互間及びこれとベース領域 3 との間にも広がる。ベース領域 3 の外周側において耐圧向上用領域 1 2 のみによって空乏層 1 6 を十分に広げることができないが、補助領域 1 3 を設けると、この補助によって空乏層 1 6 が耐圧向上用領域 1 2 の相互間及びベース領域 3 との間及び耐圧向上用領域 1 2 の外側に良好に広がる。また、補助領域 1 3 は耐圧向上用領域 1 2 よりも浅く形成され且つ外周側に配置されているので、外周側での空乏層 1 6 の変化が緩慢になり、耐圧向上が良好に達成される。

30 はベース領域3の相互間のみでなく、ベース領域3と同様に形成された耐圧向上用領域12の相互間及びこれとベース領域3との間にも広がる。ベース領域3の外周側において耐圧向上用領域12のみによって空乏層16を十分に広げることができないが、補助領域13を設けると、この補助によって空乏層16が耐圧向上用領域12の相互間及びベース領域3との間及び耐圧向上用領域12の外側に良好に広がる。また、補助領域13は耐圧向上用領域12よりも浅く形成され且つ外周側に配置されているので、外周側での空乏層16の変化が緩慢になり、耐圧向上が良好に達成される。

40 【0023】本実施例では、耐圧向上用領域12及びこの補助領域13の他にフィールドプレート14及びEQR15が設けられているので、空乏層16が更に安定的且つ良好に広がる。また、EQR15の働きによって空乏層16が半導体基体5aの側面まで広がることが阻止され、高耐圧化を安定的に達成することができる。また、本実施例では耐圧向上用領域12がベース領域3と同時に形成されるので、生産性の点で有利である。

【第2の実施例】次に、図4に示す第2の実施例の絶縁

50 【第2の実施例】次に、図4に示す第2の実施例の絶縁

ゲート型電界効果トランジスタを説明する。但し、図4及び後述する図5～図7において図2及び図3と実質的に同一の部分には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0025】図4のFETはP型補助領域13aの配置を除いて第1の実施例と同一に構成されている。図4の補助領域13aは図3の補助領域13に対応するものであって、耐圧向上用領域12及びベース領域3から外周側に離間している。なお、図4の補助領域13aの平面形状は図2と同様に環状であり、また深さは図3の補助領域13と同一である。この第2の実施例によっても第1の実施例と同一の効果を得ることができる。

【0026】

【第3の実施例】図5は第3の実施例のFETの半導体基体5aの表面の一部を示す。図5の第3の実施例のFETは、点々を付して説明的に示すP型補助領域13bを除いて第1の実施例と同一に構成されている。第1の実施例の補助領域13と同一の目的で設けられた図5のP型補助領域13bは多数の島状領域から成る。補助領域13bは第1の実施例の補助領域13と同一の深さ、同一の不純物濃度を有し、耐圧向上用領域12及び最外周側のベース領域3の相互間に分散配置されている。図6は耐圧向上用領域12と補助領域13bとの位置関係を示すものである。これから明らかなように4個の耐圧向上用領域12の中心を結ぶ点線の四角形の中心に補助領域13bの中心が一致するように補助領域13bが配置されている。また、四角形の補助領域13bと4つの耐圧向上用領域12との最短距離がそれぞれほぼ同一になるように補助領域13bが配置されている。なお、ベース領域3と補助領域13bとの関係も図6と同様である。

【0027】図6に示すように補助領域13bを配置することによって、耐圧向上用領域12の相互間及び最外周側のベース領域3と耐圧向上用領域12との間に空乏層を良好に広げることができ、耐圧向上が第1の実施例と同様に達成される。

【0028】

【変形例】本発明は上述の実施例に限定されるものではなく、例えば次の変形が可能なものである。

(1) フィールドプレート14を図7に示すように補助領域13又は耐圧向上用領域12に電氣的に接続することができる。この様に接続すると、補助領域13又は耐圧向上用領域12の等電位性が向上する。

(2) フィールドプレート14部分の絶縁膜10に図7に示すように段差を設け、外周側を厚くすることができる。これにより、外周側ほどフィールドプレートの効果が低下し、空乏層の外周側での変化が滑らかになる。また、図7に示すようにフィールドプレート14を補助領域13又は耐圧向上用領域12よりも外周側に延在させることができる。

(3) 図7に示すように半導体基体5aの外周縁にN型半導体領域1aを形成し、ここにEQR15を電氣的に接続することができる。これにより、空乏層の広がりやN型半導体領域1aで確実に防ぐことができる。

(4) N型ドレイン領域2の中にP型領域を配置してユニバーサルコンタクト構造にすることができる。

(5) 実施例では、ベース領域3及び耐圧向上用領域12がこれらの中心を結ぶ仮想四角形の頂点にその中心を位置させて配置された例を示したが、ベース領域3及び耐圧向上用領域12がこれらの中心を結ぶ仮想三角形やひし形の頂点にその中心を位置させて配置してもよい。

(6) ベース領域3、耐圧向上用領域12及び補助領域13の表面露出部分の不純物濃度を選択的に高く設定してもよい。

(7) 補助領域13の耐圧向上用領域12から外側に延び出す長さは、要求される耐圧のレベルに応じて任意に設定することができる。

(8) 実施例では、耐圧向上用領域12をベース領域3と同一の配置としたが、電界緩和効果を高める為に耐圧向上用領域12をベース領域2に比べて緻密に配置することもできる。また、耐圧向上用領域12の配置を全てで同じにせず、例えばベース領域2を包囲する最内周の耐圧向上用領域12のみ他の耐圧向上用領域12に比べて緻密に配置することもできる。

(9) 最外周の耐圧向上用領域12の外側には、補助領域13を設けない構造とすることもできる。又、耐圧向上用領域12の外側に複数本の補助領域13を設けることもできる。

(10) ベース領域3及び耐圧向上用領域12を、その側面にこぶを有しない実質的なストレートな形状とすることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のFETを示す断面図である。

【図2】第1の実施例のFETの半導体基体の表面を示す平面図である。

【図3】第1の実施例のFETの一部を図2のA-A線で示す断面図である。

【図4】第2の実施例のFETの一部を図3と同様に示す断面図である。

【図5】第3の実施例のFETの半導体基体の表面の一部を示す平面図である。

【図6】図5の一部を拡大して示す平面図である。

【図7】変形例のFETの一部を示す断面図である。

【符号の説明】

1 ドリフト領域

2 ドレイン領域

3 ベース領域

4 ソース領域

5a 半導体基体

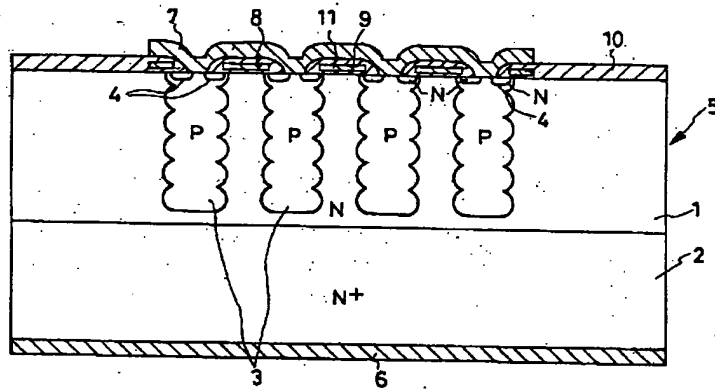
12 耐圧向上用領域

* 14 フィールドプレート

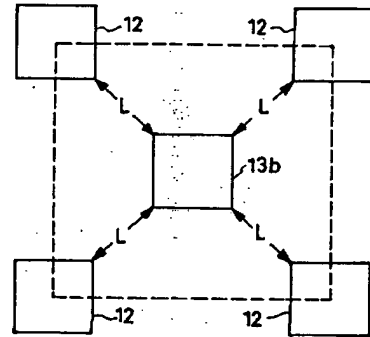
13 補助領域

* 15 EQR

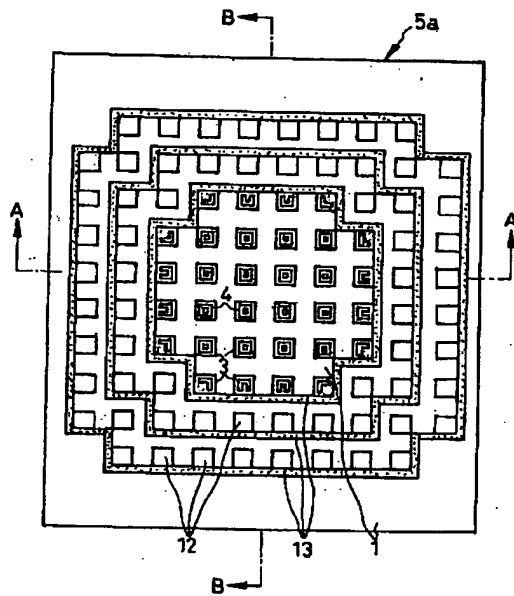
【図1】



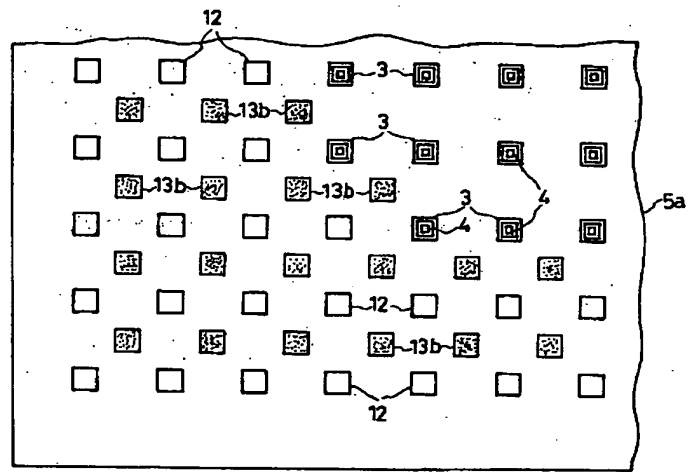
【図6】



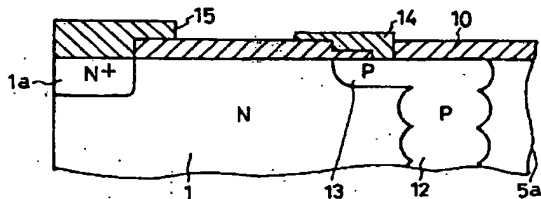
【図2】



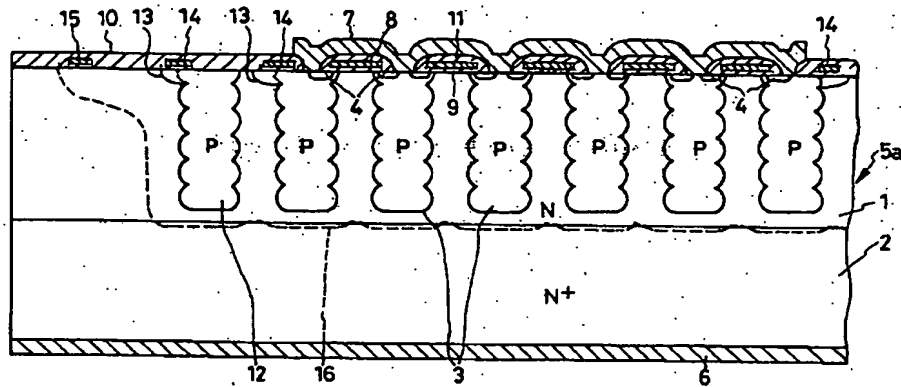
【図5】



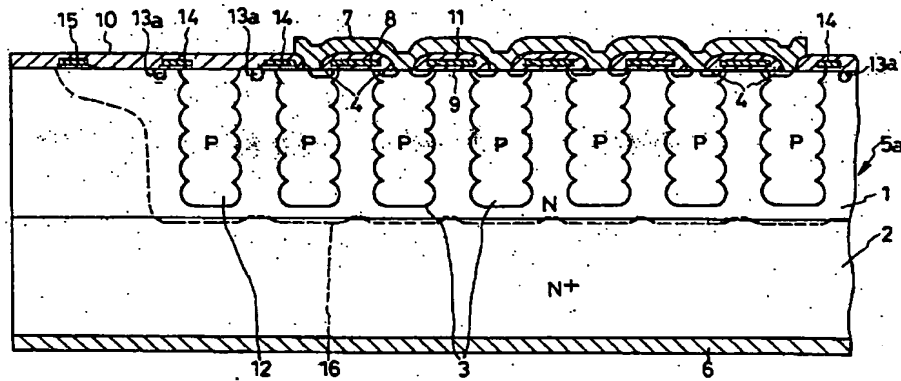
【図7】



【図3】



【図4】



【手続補正書】

【提出日】平成12年3月3日(2000. 3. 3)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ドレイン領域とドリフト領域と複数のベース領域と複数のソース領域と複数の耐圧向上領域と補助領域とを有する半導体基体と、ゲート絶縁膜と、ドレイン電極と、ソース電極と、ゲート電極とを備え、前記ドリフト領域は前記ドレイン領域の不純物濃度よりも低い不純物濃度を有し且つ前記半導体基体の一方の主面に露出する部分を有するように配置され、前記ドレイン領域は前記ドリフト領域と前記半導体基体

の他方の主面との間に配置され、

前記複数のベース領域のそれぞれは前記ドリフト領域の中に島状に分散配置され前記複数のエミッタ領域のそれぞれは前記複数のベース領域の中に島状に配置され、前記複数の耐圧向上領域のそれぞれは前記ベース領域と同一の導電型を有して前記ドリフト領域の中に島状に形成され且つ平面的に見て前記ベース領域の外側に分散配置され且つ前記ベース領域と同じ深さを有し、前記補助領域は前記耐圧向上領域の近傍の空乏層の広がり補助するためのものであって、前記耐圧向上領域と同一の導電型を有し且つ前記半導体基体の表面に露出するように前記ドリフト領域の中に形成され且つ前記耐圧向上領域よりも浅く形成され且つ平面的に見て前記複数のベース領域の外周側に配置され、前記ドレイン電極と前記ソース電極との間に電圧が印加された時に、前記複

数のベース領域、前記複数の耐圧向上用領域、及び前記補助領域に隣接している前記ドリフト領域のそれぞれの部分に生じる空乏層が互いに連続するように前記複数のベース領域と前記複数の耐圧向上用領域と前記補助領域とが配置されていることを特徴とする絶縁ゲート型電界効果トランジスタ。

【請求項2】 更に、平面的に見て前記複数のベース領域を囲むようにフィールドプレートと等電位リングとのいずれか一方又は両方を有することを特徴とする請求項1記載の絶縁ゲート型電界効果トランジスタ。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決し、上記目的を達成するための発明は、ドレイン領域とドリフト領域と複数のベース領域と複数のソース領域と複数の耐圧向上用領域と補助領域とを有する半導体基体と、ゲート絶縁膜と、ドレイン電極と、ソース電極と、ゲート電極とを備え、前記ドリフト領域は前記ドレイン領域の不純物濃度よりも低い不純物濃度を有し且つ前記半導体基体の一方の主面に露出する部分を有するように配置され、前記ドレイン領域は前記ドリフト領域と前記半導体基体の他方の主面との間に配置され、前記複数のベース領域のそれぞれは前記ドリフト領域の中に島状に分散配置され、前記複数のエミッタ領域のそれぞれは前記複数のベース領域の中に島状に配置され、前記複数の耐圧向上用領域のそれぞれは前記ベース領域と同一の導電型を有して前記ドリフト領域の中に島状に形成され且つ平面的に見て前記ベース領域の外側に分散配置され且つ前記ベース領域と同じ深さを有し、前記補助領域は前記耐圧向上用領域の近傍の空乏層の広がりを補助するためのものであって、前記耐圧向上用領域と同一の導電型を有し

且つ前記半導体基体の表面に露出するように前記ドリフト領域の中に形成され且つ前記耐圧向上用領域よりも浅く形成され且つ平面的に見て前記複数のベース領域の外周側に配置され、前記ドレイン電極と前記ソース電極との間に電圧が印加された時に、前記複数のベース領域、前記複数の耐圧向上用領域、及び前記補助領域に隣接している前記ドリフト領域のそれぞれの部分に生じる空乏層が互いに連続するように前記複数のベース領域と前記複数の耐圧向上用領域と前記補助領域とが配置されていることを特徴とする絶縁ゲート型電界効果トランジスタに係わるものである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】なお、請求項2に示すように、フィールドプレート又は等電位リング(EQR)を形成することが望ましい。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】

【発明の効果】各請求項の発明によればFET素子の周辺耐圧を容易且つ良好に向上させることができる。即ち、ベース領域の外周側にベース領域と同一の深さの耐圧向上用領域を設け、更に耐圧向上用領域よりも浅い補助領域を設けたので、FET素子の外周側に空乏層を良好に広げることができ、素子周辺耐圧が良好に向上する。また、請求項2に示すようにフィールドプレートと等電位リング(EQR)とのいずれか一方又は両方を設けると、空乏層の広がりが更に良好になる。